



ЗРГИМ

**X СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО
МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО**

ПОДЕКС – ПОВЕКС '17

**03 ÷ 05. 11. 2017 година
Охрид**

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА
ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

Зборник на трудови:
**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА
МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

Издавач:

Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија
www.zrgim.org.mk

Главен и одговорен уредник:

Проф. д-р Дејан Мираковски

Уредник:

Доц. д-р Стојанче Мијалковски

За издавачот:

м-р Горан Сарафимов, дипл.руд.инж.

Техничка подготовка:

Доц. д-р Стојанче Мијалковски

Изработка на насловна страна:

Асс. д-р Ванчо Аџиски

Печатница:

Дуна, Скопје

Година:

2017

Тираж:

150 примероци

CIP - Каталогизација во публикација

Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

622.22/23:622.3(062)

СТРУЧНО советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'16 (8; 2016; Струмица)

Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини: зборник на трудови / IX стручно советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'16 11-13.11.2016 година Струмица;

[главен и одговорен уредник Зоран Панов, Стојанче Мијалковски]. - Штип:

НУ Универзитетска библиотека "Гоце Делчев", 2016-258 стр.: илустр.; 30 см

Abstracts кон трудовите. - Библиографија кон трудовите

ISBN 978-608-242-019-6

а) Рударство – Експлоатација – Минерални сировини – Собири

COBISS.MK-ID 99826186

Сите права и одговорности за одпечатените трудови ги задржуваат авторите. Не е дозволено ниту еден дел од оваа книга да биде репродуциран, снимен или фотографран без дозвола на авторите и издавачот.



ОРГАНИЗАТОР:

**ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ
ИНЖЕНЕРИ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА**

www.zrgim.org.mk



КООРГАНИЗАТОР:

**УНИВЕРЗИТЕТ "ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ" - ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО**

НАУЧЕН ОДБОР:

Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Проф. д-р **Тодор Делипетров**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Проф. д-р **Благој Голомеов**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Проф. д-р **Орце Спасовски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Доц. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип, Р. Македонија;
Проф. д-р **Слободан Вујиќ**, Рударски Институт, Белград, Р. Србија.
Проф. д-р **Милорад Јовановски**, УКИМ, Градежен факултет, Скопје, Р. Македонија;
Проф. д-р **Витомир Милиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;
Проф. д-р **Радоје Пантовиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;
Проф. д-р **Ивица Ристовиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;
Проф. д-р **Раде Токалиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;
Проф. д-р **Војин Чокорило**, РГФ, Белград, Р. Србија;
Проф. д-р **Владимир Павловиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;
Проф. д-р **Божо Колоња**, РГФ, Белград, Р. Србија;
Проф. д-р **Јоже Кортник**, Факултет за природни науки и инженерство, Љубљана, Словенија;
Проф. д-р **Јакоб Ликар**, Факултет за природни науки и инженерство, Љубљана, Словенија;
Проф. д-р **Верослав Молнар**, БЕРГ Факултет, Технички Универзитет во Кошице, Р. Словачка;
Проф. д-р **Петар Атанасов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;
Проф. д-р **Венцислав Иванов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;
Проф. д-р **Петар Даскалов**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Р. Бугарија;
д-р **Кремена Дедељанова**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Р. Бугарија;
м-р **Саша Митиќ**, Рударски Институт, Белград, Р. Србија.

ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР:

Претседател:

Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип.

Потпретседатели:

Доц. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип;
Драган Димитровски, ДИТИ, Скопје;
Митко Крмзов, Еуромакс Ресурсис, Струмица.

Генерален секретар:

м-р **Горан Сарафимов**, ЗРГИМ, Кавадарци.

ЧЛЕНОВИ НА ОРГАНИЗАЦИОНИОТ ОДБОР:

Митко Крмзов, Еуромакс Ресурсис, Струмица;
Мице Тркалески, Мермерен комбинат, Прилеп;
Зоран Костоски, Мраморбјанко, Прилеп;
Шериф Алиу, ЗРГИМ, Кавадарци;
Филип Петровски, Минерал проект, М. Каменица;
Драган Димитровски, ДИТИ, Скопје;
м-р **Драги Пелтечки**, Еуромакс Ресурсис, Струмица
м-р **Љупче Ефнушев**, Министерство за економија, Скопје;
м-р **Горан Сарафимов**, ЗРГИМ, Кавадарци.
м-р **Кирчо Минов**, Рудник за бакар “Бучим”, Радовиш;
м-р **Зоран Богдановски**, АД ЕЛЕМ, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;
м-р **Борче Гоцевски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;
м-р **Благоја Георгиевски**, АД ЕЛЕМ, РЕК Битола, ПЕ Рудници, Битола;
м-р **Сашо Јовчевски**, ЗРГИМ, Кавадарци;
м-р **Горан Стојкоски**, Рудник “Бела Пола”, Прилеп;
м-р **Костадин Јованов**, ЗРГИМ, Кавадарци;
м-р **Трајче Бошевски**, Рудпроект, Скопје;
Ненад Лазаровски, ДУНА Скопје;
Чедо Ристовски, Рудник “САСА”, М. Каменица;
Антонио Антевски, “Булмак” - Рудник “Тораница”, К. Паланка;
Дарко Начковски, “Булмак” - Рудник “Злетово”, Пробиштип;
Димитар Стефановски, “Булмак” - Рудник “Злетово”, Пробиштип;
Драган Насевски, ГИМ, Скопје;
Лазе Атанасов, ДИТИ, Скопје;
Миле Стефанов, Рудник “Бањани”, Скопје;
Живко Калевски, Рудник “Осломеј”, Кичево;
Марија Петровска, Стопанска Комора, Скопје;
Љупчо Трајковски, ЗРГИМ, Кавадарци;
Емил Јорданов, ГД “Гранит” АД, Скопје;
Пепи Мицев, “Ве група”, Радовиш;
Орхан Рамадановски, “Кнауф”, Дебар;

Проф. д-р **Зоран Десподов**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Зоран Панов**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Дејан Мираковски**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Борис Крстев**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Мирјана Голомеова**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Ристо Дамбов**, УГД, ФПТН, Штип;
Проф. д-р **Николинка Донева**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Стојанче Мијалковски**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Ристо Поповски**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Марија Хаџи-Николова**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Афродита Зенделска**, УГД, ФПТН, Штип;
Доц. д-р **Радмила Каранакова Стефановска**, УГД, ФПТН, Штип;
Асс. д-р **Ванчо Аџиски**, УГД, ФПТН, Штип.

X СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:
“ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА
НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ”
- со меѓународно учество –

03 Ноември 2017, Охрид
Република Македонија

ОРГАНИЗАТОР:

ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ ИНЖЕНЕРИ
НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА
www.zrgim.org.mk

КООРГАНИЗАТОР:

УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
www.ugd.edu.mk



ЗРГИМ

Х СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

“Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини”

ПОДЕКС – ПОВЕКС '17

Охрид

03 ÷ 05. 11. 2017 год.

ПРЕДГОВОР

Меѓународното стручно советување за подземната експлоатација на минералните сировини (ПОДЕКС), за првпат се одржа на 06.12.2007 год. во Пробиштип во организација на Сојузот на Рударските и Геолошките Инженери на Македонија (СРГИМ).

Од 2012 година советувањето е проширено со трудови од површинската експлоатација на минерални сировини и е именувано како ПОДЕКС-ПОВЕКС.

Стручното советување, на тема: технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини, традиционално се одржува секоја година во месец ноември. На ова советување земаат учество голем број на стручни лица од: рударската индустрија, универзитетите, научно-истражувачките и проектантските организации, производителите на опрема и др.

На досегашните девет советувања (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015 и 2016 год.) учествуваа повеќе автори од 10 држави, кои презентираа 242 стручни трудови.

За ова десетто советување (ПОДЕКС - ПОВЕКС '17) пријавени се 33 труда, на автори од 2 држави.

Големиот број на трудови од домашните автори произлезе како резултат на научно-истражувачката работа реализирана на високообразовните институции во Р. Македонија. Меѓутоа, посебно не радува учеството на автори од непосредното рударско производство, кои што презентираат постигнати резултати во рударската пракса.

Се надеваме дека традицијата за собирање на сите специјалисти од областа на подземната и површинската експлоатација на минералните сировини, ќе продолжи и дека во идниот период ова советување ќе прерасне во меѓународен симпозиум.

Уредници



AMGEM

X EXPERT CONFERENCE THEMED:

**“Technology of underground and surface mining of
mineral raw materials”**

PODEKS - POVEKS '17

**Ohrid
03 ÷ 05. 11. 2017.**

FOREWORD

The International expert conference on underground mining of mineral raw materials (PODEKS), organized by the Association of Mining and Geology Engineers of Macedonia (AMGEM), was first held on 06.12.2007 in Probishtip.

Since 2012, in this counseling, surface exploitation of mineral resources is included too, and it is called PODEKS-POVEKS.

This expert conference called: Technology of underground and surface mining of mineral raw materials, traditionally, has been organized annually during November. A number of experts from the mining industry, universities, research institutions, planning companies, and equipment manufacturing companies participate in this conference.

Many authors from 10 countries participated in the previous nine conferences (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015 and 2016) presenting 242 expert papers. Thirty-three authors from 2 countries have registered their expert papers for the Xth conference (PODEKS - POVEKS '17).

The large number of expert papers from the domestic authors has emerged as a result of the research work carried out at the higher education institutions in the Republic of Macedonia. We are particularly delighted by the participation of the authors involved in the immediate mining production who will be presenting the achieved results in the mining practice.

We hope that the tradition of gathering of all specialists from the field of underground and surface mining of mineral raw materials will continue and that this conference will grow up to an international conference in the future.

The Editors



ЗРГИМ
Здружение на
рударски и
геолошки инженери
на Македонија

Х СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација
на минерални сировини

ПОДЕКС – ПОВЕКС '17

Охрид
03 ÷ 05. 11. 2017 год.

СОДРЖИНА

ЗАШТИТА НА ЖИВОТНА И РАБОТНА СРЕДИНА

МОНИТОРИНГ НА ПРАШИНА ВО РУДАРСКАТА ИНДУСТРИЈА, ЗОШТО И КАКО? * Дејан Миравовски, Николајчо Николов, Борче Гоцевски, Марија Хаџи-Николова, Иван Боев.....	1
СЛЕДЕЊЕ НА КВАЛИТЕТОТ НА ВОЗДУХОТ ВО ОКОЛИНАТА НА ПРЕДЛОЖЕНИОТ ПОВРШИНСКИ КОП „ИЛОВИЦА-ШТУКА“ * Драги Пелтечки, Вера Ѓорѓиева, Теодора Стојанова, Љубица Панова, Никола Механџиски, Митко Крмзов.....	10
УНАПРЕДУВАЊЕ НА ЖИВОТНАТА СРЕДИНА ВО РУДНИК САСА * Марија Стојановска.....	25
МЕТОДИ ЗА ОТСТРАНУВАЊЕ НА ЦИЈАНИДИ ОД РУДНИЧКИ ВОДИ * Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска, Благој Голомеов, Борис Крстев.....	32
ИНТЕНЗИТЕТ НА ВРНЕЖИТЕ И АНАЛИЗА НА ГОЛЕМИ ВОДОТЕЦИ ВО РУДНИКОТ „СУВОДОЛ“ – БИТОЛА * Костадин Јованов.....	42
НЕУТРАЛИЗАЦИЈА НА ПОВРШИНАТА НА ДЕПОНИЈАТА ЗА ЛУЖЕЊЕ ВО КОМПЛЕКСОТ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА КАТОДЕН БАКАР „КАЗАНДОЛ“ – ВАЛАНДОВО * Трајче Бошевски.....	51
ПЛАН ЗА ВОНРЕДНИ СОСТОЈБИ – СУШТИНСКИ ДЕЛ ОД СИСТЕМОТ ЗА УПРАВУВАЊЕ СО БЕЗБЕДНОСТА ПРИ РАБОТА * Марија Хаџи-Николова, Дејан Миравовски, Николинка Донева, Борче Гоцевски, Станке Тасковски.....	56
БЕЗБЕДНА РАБОТА ВО ЗАТВОРЕНИ (ОГРАНИЧЕНИ) ПРОСТОРИ * Станке Тасковски, Борче Гоцевски, Марија Хаџи – Николова, Стојанче Мијалковски.....	64
СИСТЕМ ЗА ИНСТАЛИРАЊЕ И АПЛИКАЦИЈА НА “QR КОД” ВО РУДАРСКАТА ИНДУСТРИЈА * Ванчо Аџиски, Далибор Серафимовски, Зоран Десподов, Стојанче Мијалковски.....	72
МЕРКИ ЗА БЕЗБЕДНОСТ ПРИ РАБОТА ЗА РАКУВАЧИТЕ НА РУДАРСКИ МАШИНИ ВО ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА * Анкица Илијева Стошиќ.....	82

СОВРЕМЕНА РУДАРСКА ПРАКТИКА

ИСЦРТУВАЊЕ НА ИЗОХИПСИ ЗА ПОТРЕБИ ВО РУДАРСТВОТО И ГЕОЛОГИЈАТА * Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Ванчо Аџиски, Николинка Донева.....	91
ВЛИЈАНИЕ НА РЕЖИМОТ НА ДУПЧЕЊЕ НА ОШТЕТУВАЊАТА КАЈ КРУНИТЕ ЗА ДУПЧЕЊЕ * Ристо Дамбов, Николинка Донева, Илија Дамбов.....	103
PRODUCTIVITY ANALYSIS OF THE COMBINED TECHNOLOGY FOR QUARRYING UTILIZING CHAIN CUTTERS AND DIAMOND WIRE SAWS * Ivaylo Kopriv, Dimitar Kaykov.....	112
ПРАКТИЧНА ПРИМЕНА НА НЕЕКСПЛОЗИВНИ СМЕСИ ЗА ЦЕПЕЊЕ И ДОБИВАЊЕ НА КОМЕРЦИЈАЛНИ МЕРМЕРНИ БЛОКОВИ * Ристо Дамбов, Никола Р'жаникоски, Игор Стојчески, Илија Дамбов.....	119
УПОТРЕБА НА СОФТВЕРИ И МЕРНИ ИНСТРУМЕНТИ СО ЦЕЛ ЗА ПОЕФИКАСНИ И ПОБЕЗБЕДНИ МИНИРАЊА ВО ПОВРШИНСКАТА ЕКСПЛОАТАЦИЈА * Орхан Рамадановски.....	126
АНАЛИЗА НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОД ИЗРАБОТКА НА ХОДНИК ВО ШКРИЛЕЦ СО ПРИМЕНА НА ДВЕ ТЕХНОЛОГИИ ВО РУДНИК „САСА“ * Николинка Донева, Зоран Десподов, Дејан Ивановски, Марија Хаџи-Николова, Стојанче Мијалковски.....	135
ТЕНДЕНЦИЈА ЗА ПРИМЕНА НА СОВРЕМЕНА ТОВАРНО-ТРАНСПОРТНА МЕХАНИЗАЦИЈА ВО РУДНИКОТ “ЗЛЕТОВО” * Дарко Начковски, Ванчо Гоцевски.....	141
КЛАСИФИКАЦИЈА НА ПЕПЕЛТА ОД ТЕРМОЦЕНТРАЛАТА РЕК БИТОЛА ВО МАКЕДОНИЈА И МОЖНОСТИ ЗА НЕЈЗИНА УПОТРЕБА * Тена Шијакова-Иванова, Весна Зајкова Панова, Виолета Стефанова, Виолета Стојанова.....	153
ТЕХНО-ЕКОНОМСКИ И ЕКОЛОШКИ ПРЕДНОСТИ НА НЕКОНВЕНЦИОНАЛНИ МЕТОДИ ЗА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА ЈАГЛЕНИ * Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Дамбов, Ристо Поповски.....	161
НЕКОИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА СЕИЗМИЧНОСТА НА ПОДРАЧЈЕТО РАДОВИШ-СТРУМИЦА-ВАЛАНДОВО (Р. МАКЕДОНИЈА) * Ристо Поповски, Зоран Панов, Лазо Пекевски, Благица Донева, Радмила Каранакова Стефановска.....	168

ГЕОТЕХНИКА И ГЕОЛОГИЈА

СОВРЕМЕНИ МЕТОДИ ЗА ГЕОТЕХНИЧКИ МОНИТОРИНГ И МОДЕЛИРАЊЕ КАЈ ПОВРШИНСКА И ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА * Игор Пешевски, Јован Бр. Папиќ, Милорад Јовановски.....	179
ОДРЕДУВАЊЕ НА КВАЛИТЕТОТ НА ГРАДЕЖНО-ТЕХНИЧКИ КАМЕН * Љупче Ефнушев, Ѓорѓи Димов, Благица Донева.....	191

ГЕОМЕХАНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ВАРОВНИКОТ ОД НАОЃАЛИШТЕТО “РАШАНЕЦ” И НИВНА КОРЕЛАЦИЈА СО БРЗИНАТА НА ЕЛАСТИЧНИТЕ БРАНОВИ * Ѓорѓи Димов, Војо Мирчевски, Виолета Стефанова, Гоше Петров, Благица Донева.....	199
ГЕОМЕТАЛУРГИЈА * Марјан Делипетрев, Гоце Златков, Благица Донева, Зоран Панов, Радмила Каранакова Стефановска, Ристо Поповски, Крсто Блажев.....	207
НАОЃАЛИШТЕ ЗА ЈАГЛЕН „ЛАВЦИ„ - РЕСЕН * Александар Стоилков, Ласте Ивановски, Маја Јованова, Пеце Муртановски.....	215
МЕНАЏМЕНТ, ИСТРАЖУВАЊЕ НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ И РУДНИЧКА ГЕОЛОГИЈА * Орце Спасовски.....	225
ГЕОЛОШКО-ЕКОНОМСКА ОЦЕНКА НА РУДНАТА ЖИЦА БР. 4 ОД РУДНИЦИТЕ ЗА ОЛОВО И ЦИНК “ЗЛЕТОВО” * Никола Богатиновски.....	235
ПОТЕНЦИЈАЛ НА ПРИЛЕПСКО ПОЛЕ ВО ОДНОС НА ЈАГЛЕНОСНОСТА * Александар Стоилков, Пеце Муртановски, Маја Јованова, Сашо Цветковски...	244
ХЕМИСКИ СОСТАВ НА АЛУВИЈАЛНО ЗЛАТО ОД НЕКОИ ЛОКАЛИТЕТИ ВО Р. МАКЕДОНИЈА * Виолета Стефанова, Тена Шијакова-Иванова, Војо Мирчевски.....	250
ГРАВИМЕТРИСКИ ИСТРАЖУВАЊА НА НАОЃАЛИШТА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ * Благица Донева, Тодор Делипетров, Марјан Делипетрев, Крсто Блажев, Ѓорѓи Димов.....	258
СЕКУНДАРНИ СИЛИЦИСКИ СУРОВИНИ ВО КВАРТЕРНИ КОНТИНЕНТАЛНИ ФОРМАЦИИ * Крсто Блажев, Благица Донева, Ѓорѓи Димов, Марјан Делипетрев.....	267
ЛИТОСТРАТИГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА КРЕДНИТЕ СЕДИМЕНТИ ВО ВАРДАРСКАТА ЗОНА * Гоше Петров, Виолета Стојанова, Војо Мирчевски.....	272
ЛИТОСТРАТИГРАФИЈА НА ЕОЦЕНСКИТЕ СЕДИМЕНТИ ВО СРПСКО-МАКЕДОНСКИОТ МАСИВ, РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈ * Виолета Стојанова, Гоше Петров, Тена Шијакова-Иванова.....	280



ЗРГИМ
Здружение на
рударски и
геолошки инженери
на Р. Македонија

X^{TO} СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:
Технологија на подземна и површинска експлоатација на
минерални сировини

ПОДЕКС – ПОВЕКС '17

Охрид
03 – 05. 11. 2017 год.

ГЕОМЕХАНИЧКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ВАРОВНИКОТ ОД НАОЃАЛИШТЕТО “РАШАНЕЦ” И НИВНА КОРЕЛАЦИЈА СО БРЗИНАТА НА ЕЛАСТИЧНИТЕ БРАНОВИ

**Ѓорги Димов¹, Војо Мирчовски¹, Виолета Стефанова¹,
Гоше Петров¹, Благица Донева¹**

¹Универзитет “Гоце Делчев”, Факултет за природни и технички науки,
Штип, Македонија

Апстракт: Во овој труд презентирани се геофизичките и геомеханичките карактеристики на варовникот од каменоломот Рашанец. Во теренски и лабораториски услови е изведен одреден обем на истражни работи со цел да се дефинираат инженерско-геолошките и геотехничките карактеристики на варовникот од наоѓалиштето Рашанец. Целта на геофизичките испитувања е врз основа на брзината на простирање на еластичните лонгитудинални сеизмички бранови да се дефинира соодветната длабина на варовникот како корисна сировина, како и да се помогне во дефинирањето на физичките карактеристики и состојбата на карпестата маса. За потребите на овој труд развиени се два сеизмички профили и со интерпретација на резултатите добиени долж овие профили издвоени се две еластични средини.

Клучни зборови: варовник, геомеханички карактеристики, геофизички карактеристики, карпеста маса, сеизмички профил

GEOMECHANICAL CHARACTERISTICS OF LIMESTONE FROM QUARRY “RASANEC” AND THEIR CORRELATED WITH VELOCITY OF ELASTIC LONGITUDINAL WAVES

**Gorgi Dimov¹, Vojo Mircovski¹, Violeta Stefanova¹,
Gose Petrov¹, Blagica Doneva¹**

¹University Goce Delcev, Faculty for natural and technical science, Stip, Macedonia,

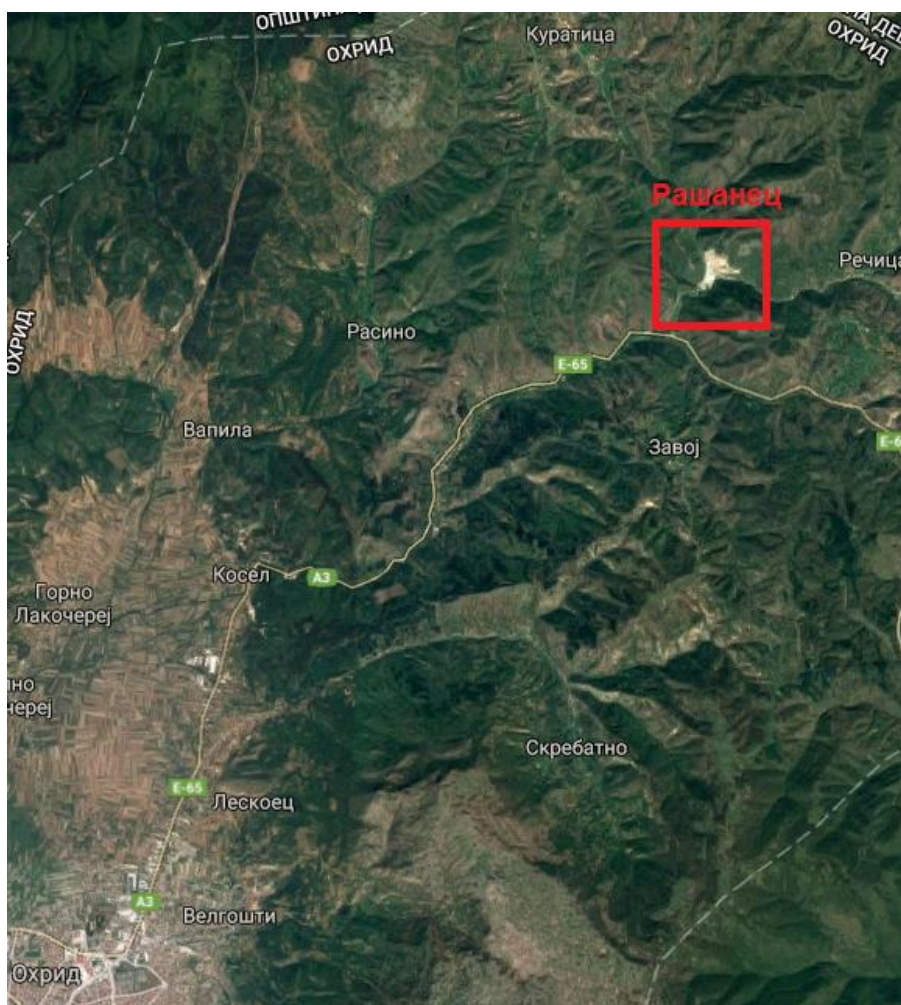
Abstract: In this paper are presented geophysical and geomechanical characteristics of limestone from quarry Rasanec. At the field and in the laboratory performed a number of investigations in order to define possible by precisely engineering-geological and geotechnical characteristics of the limestone from the site Rasanec. The purpose of geophysical surveys is based on the velocity of spreading of longitudinal elastic seismic waves to define the appropriate depth of the limestone as a valuable raw material, and to help define the physical characteristics and condition of the rock mass. For the purposes of this paper has been developed two seismic profiles and with the interpretation of the results obtained along this profiles are set aside two elastic environments.

Keywords: limestone, geomechanical characteristics, geophysical features, rock mass, seismic profile.

1. ВОВЕД

Каменоломот „Рашанец“ се наоѓа на терен кој припаѓа на падините на Плакенска Планина, на околу 15 km северо-источно од Охрид, во близина на с. Куратица.

Комуникациските врски до самото лежиште се поволни, со локален пат (1 km) до регионалниот пат Охрид-Ресен, и локални макадамски пристапни патишта до најниската зона (нулта етажа на која околу 880 м.н.в. со постројките) (слика 1), односно и над моментално највисоката експлоатациона етажа на која околу 995 м.н.в. и повисоко.



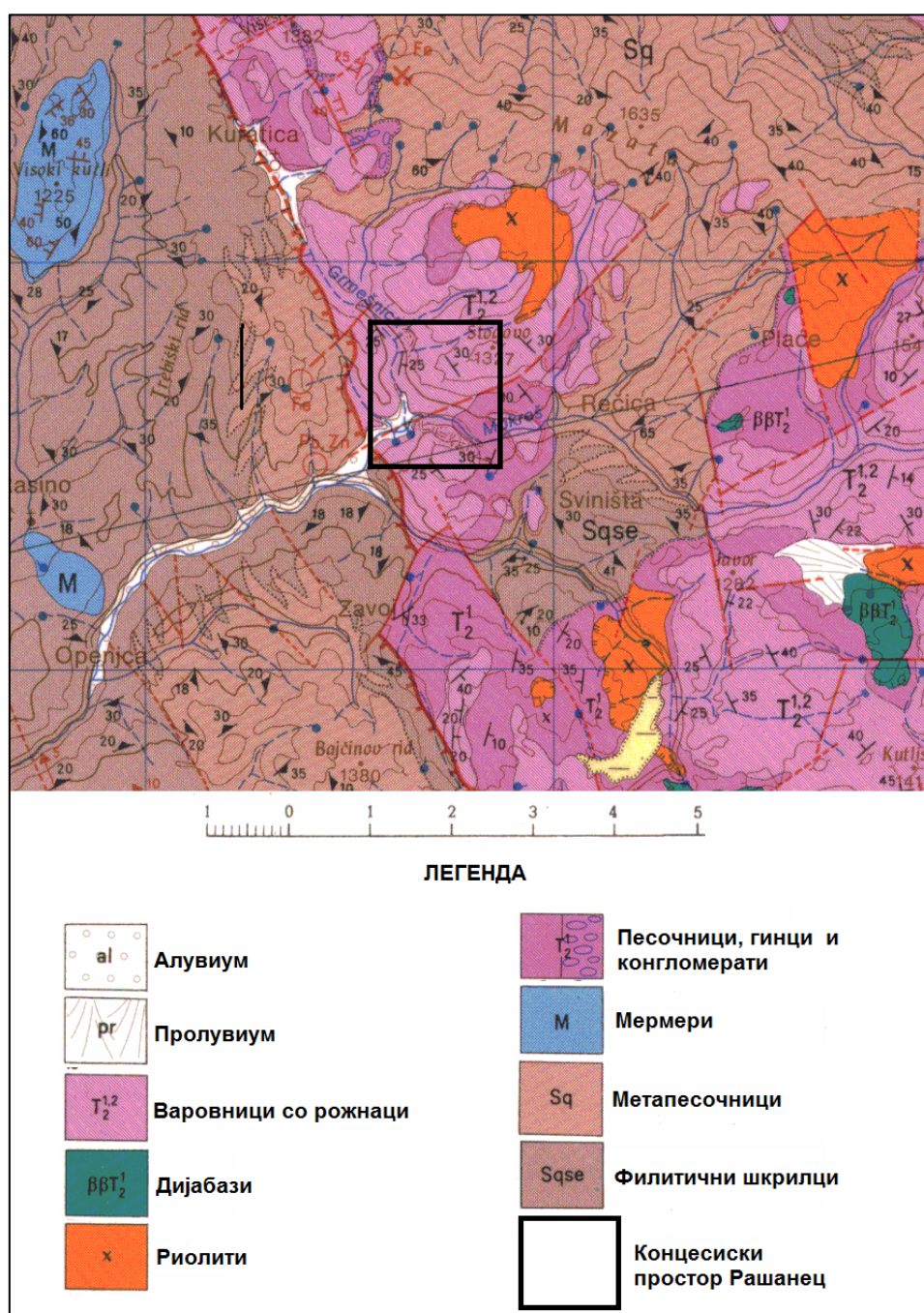
Слика 1. Географска положба на каменоломот Рашанец

Морфолошки теренот спаѓа во средно ридски предели со надморска височина околу 800-1300 м.н.в., делумно пошумен со ниска дабова шума, испресечен со речно-поточни текови, суводолици и јаруги.

Хидрографската мрежа на овој терен му припаѓа на јадранскиот слив. Помали водени текови претставуваат потокот Грмошница кој се влева во Црнечки поток.

2. ГЕОЛОШКА ГРАДБА НА ОКОЛИНАТА НА КАМЕНОЛОМОТ РАШАНЕЦ

Од геотектонски аспект истражуваниот простор припаѓа на Западно Македонската геотектонска единица (Арсовски 1997), а од геолошката карта на слика 2 може да се види дека пошироката околина на каменоломот Рашанец е изградена од карпи со мезозојска и палеозојска старост. Исклучок прават само алувијалните и пролувијалните наслаги од кватерна старост кој ги маркираат поголемите површински водотеци.



Слика 2. Геолошка карта на околината на каменоломот Рашанец

Истражниот простор е изграден од тријаски варовници. На поширокото подрачје сета оваа варовничка маса е опколена со метаморфниот палеозојски

комплекс (метапесочници и филитични шкрилци). Бојата на варовникот е сивкаста до млечно бела а се јавува како доста распадна и карстифицирана карпеста маса.

3. ФИЗИЧКО-МЕХАНИЧКИ И КАРАКТЕРИСТИКИ НА ВАРОВНИКОТ

Во теренски и лабораториски услови е изведен одреден обем на истражни работи со цел да се дефинираат што е можно поегзактно инженерско-геолошките и геотехничките карактеристики на варовникот од наоѓалиштето Рашанец. Во табела 1 се дадени најважните физичко-механички параметри на овој варовник.

Табела 1. Физичко-механички параметри на од наоѓалиштето Рашанец

бр.	Параметар	Метода според МКС	Единечна мерка	Резултат од испитувањето
1.	Јакост на притисок во сува состојба	Б.Б8.012-Не акредитирана метода	МПа	148,7
2.	Јакост на притисок во водозаситена состојба	Б.Б8.012-Не акредитирана метода	МПа	131,1
3.	Водовпивање	Б.Б8.010-Не акредитирана метода	%	0,14
4.	Волуменска тежина	Б.Б8.032-Не акредитирана метода	kN/m ³	26,80
5.	Специфична тежина	Б.Б8.032-Не акредитирана метода	kN/m ³	27,20
6.	Степен на густина	Б.Б8.032-Не акредитирана метода	%	98,5
7.	Порозност	Б.Б8.032-Не акредитирана метода	%	1,47
8.	Постојаност на дејство на мраз	Б.Б8.001	%	1,0
9.	Минреалошко-петрографски состав	Б.Б8.003-Не акредитирана метода		поволен
Сулфати-не содржи				
Сулфиди-не содржи				
Хлориди-не содржи				
Тотален сулфур-не содржи				

Од резултатите може да се констатира дека на ниво на монолит, испитаните примероци од варовникот независно од квазихомогената зона од која се земени, покажуваат одлични јакосни карактеристики, што е од основно значење за нивната примена како технички или архитектонско градежен камен. Со лабораториските работи се утврди и индексот на јакост на монолитните делови. Резултатите се дадени во следната табела.

Табела 2. Резултати од испитување индекс на точкеста јакост

Вид на карпа	Волум. тежина γ [kN/m ³]	Индекс на точкеста јакост $J_{s(50)}$ [MPa]	Јакост на притисок $\sigma_p = 22 J_{s(50)}$ [MPa]	Јакост на затегање $\sigma_z = 1.5 \cdot J_{s(50)}$ [MPa]	забелешка
Варовник	26.87	4.23	93.16	6.35	А-сува
Варовник	26.79	4.78	105.15	7.17	В-сува
Варовник	26.83	4.70	103.33	7.05	С-сува
Варовник	26.80	3.81	83.82	5.71	А-засит.
Варовник	26.79	3.67	80.64	5.50	В-засит.
Варовник	26.83	3.93	86.36	5.89	С-засит.

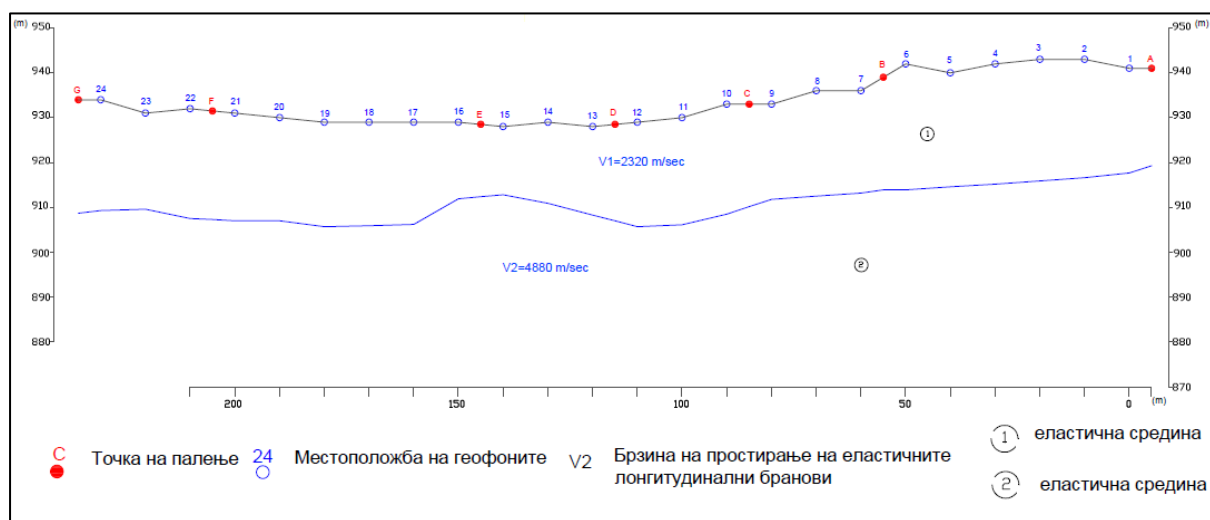
4. ОСВРТ КОН РЕЗУЛТАТИТЕ ОД ГЕОФИЗИЧКИТЕ ИСПИТУВАЊА

Целта на геофизичките испитувања е врз основа на брзината на простирање на еластичните лонгитудинални сеизмички бранови да се дефинира соодветната длабина на варовникот како корисна суровина, како и да се помогне во дефинирањето на физичките карактеристики и состојбата на карпестата маса.

На наоѓалиштето Рашанец применета е методата на рефракциони сеизмички испитувања.

Рефракционите сеизмички испитувања се изведени по должината на два профили со тоа што на профилот со ознака SP – 1 вкупно поставени 24 геофони на меѓусебно растојание од 10 метри додека на профилот SP – 2 поставени се 12 геофони на растојание од 10 метри. Како извор на еластичните лонгитудинални бранови е користен механички извор. При овие сеизмички испитувања користена е 24 канална сеизмичка апаратура DAQLink III 24-bit производство на Seismic Source Co, USA.

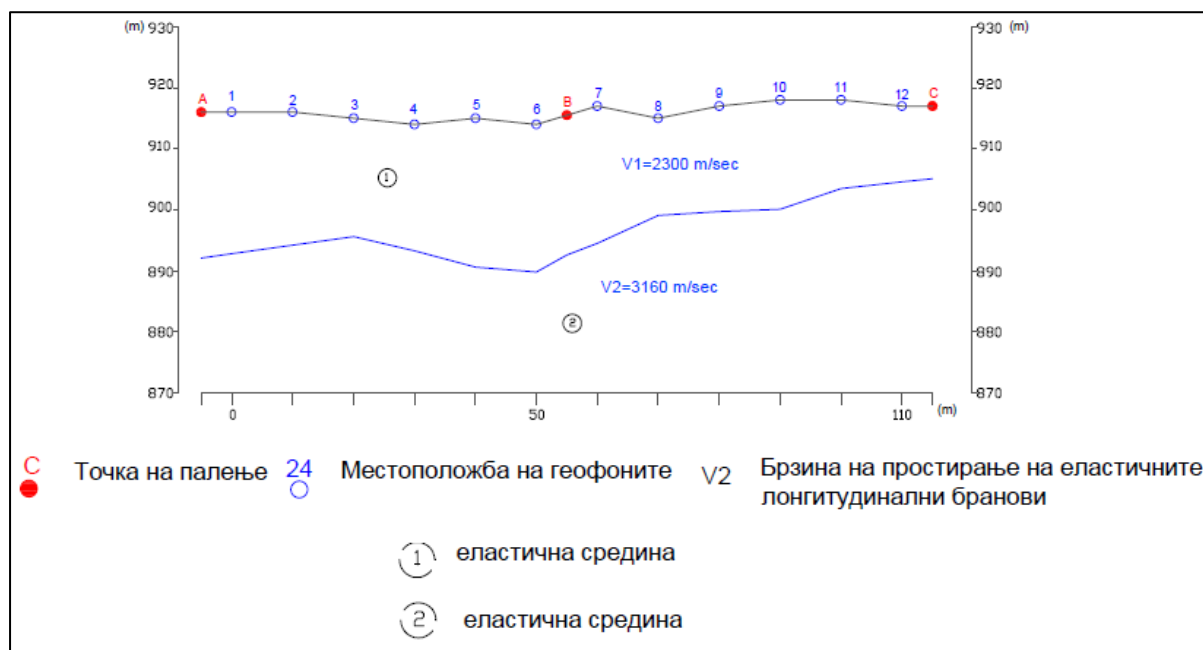
На слика 3 се прикажани добиените резултати од рефракциони сеизмички испитувања во облик на сеизмички пресек по должината на сеизмичкиот профил SP – 1.



По должината на овој профил се издвоени две еластични средини. Еластична средина 1 е издвоена во површинскиот дел на теренот и е со променлива моќност која се движи од околу 15.2 m на 15. геофон до околу 28.1m на 6. геофон. Одејќи од почетокот на профилот од еластичниот извор А кон крајот на профилот од добиениот пресек може да се забележи нејзината моќност која се движи претежно околу 23 – 27 m, потоа смалување од 14. до 16. геофон и повторно зголемување од 17. геофон до крајот на профилот со моќност околу 23 до 24.7 m. Издвоената еластична средина 1 се карактеризира со добиени вредности за брзината на простирање на еластичните лонгитудинални бранови од 2.320 m/s. Според добиените индикации поголеми и позначајни дисконтинуитети се очекуваат околу 12. и 17. геофон.

Под издвоената еластична средина 1 е издвоена еластична средина 2 која се карактеризира со вредности за брзината на простирање на еластичните лонгитудинални бранови од 4.880 m/s. Овде треба да се истакне дека и двете еластични средини се однесуваат на иста литолошка средина – варовници, но со различен степен на испуканост-оштетеност, што може да се препише на последиците од масовното минирање во еластичната зона 1. При нагли промени на брзините е можна локална тектонска оштетеност.

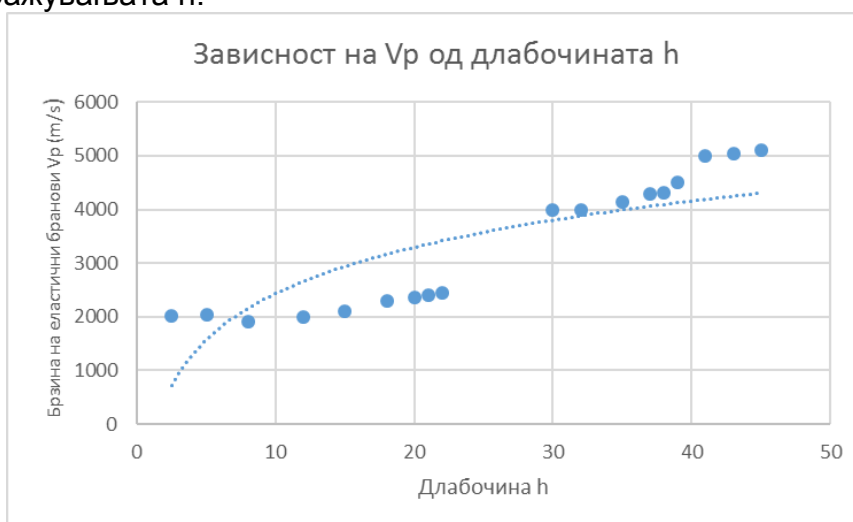
Што се однесува за сеизмички профил SP – 2 и кај него се издвоени две еластични средини (слика 4). Во површинскиот дел на теренот е издвоена еластична средина 1 со променлива моќност, која се движи од околу 12.0 m на изворот на еластични бранови С до околу 24.4 m на 5. геофон. Имено, оваа издвоена еластична средина покажува зголемена моќност од околу 23.0 m на изворот на еластични бранови А потоа одејќи по должината на профилот извесно намалување на 3. геофон па повторно зголемување на 5. и 6. геофон и на постепено смалување до крајот на профилот. Издвоената еластична средина 1 се карактеризира со добиени вредности за брзината на простирање на еластичните бранови од 2.300 m/s. Поголеми дисконтинуитети можат да се очекуваат околу изворот на еластични бранови А и во пределот помеѓу 5. и 6. геофон.



Слика 4. Сеизмички пресек по должината на сеизмичкиот профил SP – 2

Под издвоената еластична средина 1 е издвоена еластична средина 2 која се карактеризира со брзина на простирање на еластичните лонгитудинални бранови од 3.160 m/s. И овде издвоените еластични средини се однесуваат на иста литолошка средина – варовник, со ист коментар како и за SP1, што важи и за сите останати сеизмички профили.

На дијаграмот што следува (слика 5) е дадена логаритамска зависноста помеѓу брзината на еластичните бранови V_p и длабочината на теренот на којшто се вршат истражувањата h .



Слика 5. Зависност помеѓу брзината на еластичните бранови V_p и длабочината h за карактеристичен сеизмички профил SP-1 во наоѓалиштето Рашанец

Анализирајќи ги двата случаја може да се дојде до заклучок дека и за двата профила важи правилото дека со зголемување на длабочината доаѓа до зголемување на брзината на сеизмичките бранови. Логичен заклучок што произлегува од оваа состојба е дека зголемувањето на брзините е поврзано со намалување на дисконтинуалноста на самиот масив. На длабочини поголеми од 30 метри брзината на сеизмичките бранови достигнува и преку 4.000 метри во секунда.

5. ЗАКЛУЧОК

Каменоломот „Рашанец“ се наоѓа на терен кој припаѓа на падините на Плакенска Планина, на околу 15 km северо-источно од Охрид, во близина на с. Куратица.

Истражното поле е лоцирано во варовници со тријаска старост. На поширокото подрачје сета оваа варовничка маса е опколена со метаморфниот палеозојски комплекс (метапесочници и филитични шкрилци). Бојата на варовникот е сивкаста до млечно бела а се јавува како доста распадна и карстифицирана карпеста маса.

Од резултатите од лабораториските истражувања може да се констатира дека на ниво на монолит, испитаните примероци од варовникот независно од квазихомогената зона од која се земени, покажуваат одлични јакосни карактеристики, што е од основно значење за нивната примена како технички или архитектонско градежен камен.

Од геофизичките истражувања може да се заклучи дека кај сеизмичките профили (SP-1 И SP-2) во длабочина можат да се издвојат две еластични зони и тоа врез основа на брзината на еластичните бранови. Зоната 1 се одликува со брзини од околу 2.300 m/s, додека зоната 2 со брзини од 3160 m/s па се до 4.880 m/s.

За двата профила важи правилото дека со зголемување на длабочината доаѓа до зголемување на брзината на сеизмичките бранови. Логичен заклучок што произлегува од оваа состојба е дека зголемувањето на брзините е поврзано со намалување на дисконтинуалноста на самиот масив.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Делипетров Т.,: *Основи на геофизика*, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје, Рударско-геолошки факултет – Штип (2003);
- [2] Димов Ѓ. : *Методологија на истражување и дефинирање на инженерско-геолошките карактеристики на наоѓалишта на архитектонско-градежен камен во Р. Македонија*, Докторска дисертација, Универзитет Гоце Делчев – Штип (2014);
- [3] Јовановски М.,: *Инженерска геологија*, Учебник, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје, Градежен факултет – Скопје (2013);
- [4] Kujundzic B.: *Ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstva stenskih masa*, Generalni izveštaj, V Simpozijum, JDSMPR, Split, (1980).